

504p0741WOOD

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-186517

(P 2 0 0 1 - 1 8 6 5 1 7 A)

(43)公開日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(51)Int. Cl. ⁷

H04N 7/24

H03M 7/30

識別記号

F I

H03M 7/30

H04N 7/13

テーマコード (参考)

A 5C059

5J064

審査請求 有 請求項の数19 O L (全16頁)

(21)出願番号

特願平11-367637

(22)出願日

平成11年12月24日(1999.12.24)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 田治米 純二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100084250

弁理士 丸山 隆夫

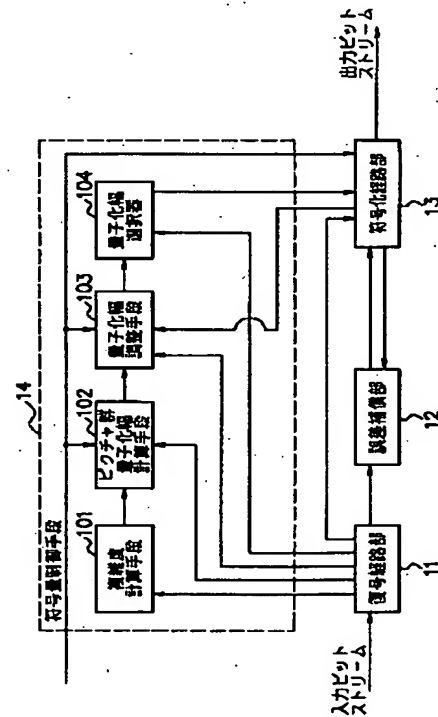
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法

(57)【要約】

【課題】 圧縮動画像の再符号化時における処理遅延の短縮と、より高画質な圧縮動画像再符号化装置を得る。

【解決手段】 入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量のいずれか一方または両方を用いて、二種類以上のある定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を複雑度計算手段101が計算する。また、ピクチャ群量子化幅計算手段102が複数の複雑度からある複雑度を出し、量子化幅調整手段103が予め設定された平均ビットレートと出力された複雑度とを用いて量子化幅を計算する。さらに、目標符号量と実際の符号量との過不足量から、ある期間毎に量子化幅を調整する量子化幅選択器104が再符号化に用いる量子化幅を計算し、量子化幅と入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅を入力として、実際の再符号化に用いる量子化幅を出力することで符号量制御を行う。これにより、可変ビットレートで再符号化し、ビットレートを変更した圧縮動画ストリームを出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動画像データを圧縮符号化して生成された入力圧縮動画ストリームを入力信号とし、予め設定した平均ビットレートで、かつ可変ビットレートで再符号化し、ビットレートを変更した出力圧縮動画ストリームを出力信号とする圧縮動画像再符号化装置において、前記再符号化に用いる量子化幅を計算する手段と、前記計算された量子化幅と前記入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅を入力し、実際の再符号化に用いる量子化幅を出力する手段と、

を有することを特徴とする圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 2】 前記再符号化に用いる量子化幅と前記入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅からより大きい量子化幅を選択する手段を、さらに有することを特徴とする請求項 1 記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 3】 前記入力圧縮動画ストリームあるいは前記再符号化した圧縮動画ストリームの何れかにおける、量子化幅と符号量の一方または両方を用いて、二種類以上の所定の予め定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する手段と、複数の前記複雑度から所定の複雑度を出力する手段と、前記予め設定された平均ビットレートと前記出力された複雑度とを用いて前記量子化幅を計算する手段と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に前記量子化幅を調整して前記再符号化に用いる量子化幅とすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 4】 前記定められた期間またはピクチャ枚数として用いられる複数のピクチャとして、再符号化開始から現在再符号化をしている直前のピクチャまたはフレーム内符号化された画像を一枚含む複数のピクチャを使用することを特徴とする請求項 3 に記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 5】 前記目標符号量と過不足量から基本量子化幅を調整する前記所定の期間は、ピクチャを分割したブロックの集合を使用することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 6】 前記複数の複雑度の中で最小となる複雑度を選択する手段をさらに有することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 7】 前記再符号化に用いられる量子化幅に対して画像特性による重み付けをし、該量子化幅を調整する手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 8】 前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、所定の定められた期間またはピクチャ枚数における複雑度と再符号化対象の複雑度との比率を計算し、前記量子化幅の重み付けをし、該量子化幅を調整する手段をさらに有することを特徴とする請求項 7 に記載の圧縮動画像再符号化装

置。

【請求項 9】 前記複雑度の計算に用いられる前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅に対して画像特性による重み付けをし、該量子化幅を調整する手段をさらに有することを特徴とする請求項 3 から 6 の何れかに記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 10】 前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、所定の定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度と再符号化対象の複雑度との比率を計算し、前記量子化幅の重み付けをし、該量子化幅を調整する手段をさらに有することを特徴とする請求項 9 に記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 11】 前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、二種類以上の所定の定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する手段と、前記複数の複雑度から所定の複雑度を出力する手段と、前記予め設定された平均ビットレートと前記出力された複雑度とを用いて量子化幅を計算する手段と、前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅を用いて、所定の期間またはピクチャ枚数毎に量子化幅の平均を計算する手段と、

前記量子化幅と前記平均量子化幅を用いて加算値を計算し、前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅に加算値を加算した加算量子化幅を計算する手段と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に前記加算量子化幅を調整して、再符号化に用いる量子化幅とすることを特徴とする請求項 1 記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 12】 前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、二種類以上の所定の定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する手段と、前記複数の複雑度から所定の複雑度を出力する手段と、前記予め設定された平均ビットレートと、前記出力された複雑度を用いて量子化幅を計算する手段と、前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅を用いて、前記入力圧縮動画ストリームの符号化予測モードに応じて、所定の期間またはピクチャ枚数毎にそれぞれの量子化幅の平均を計算する手段と、

前記量子化幅と前記平均量子化幅とを用いて符号化予測モード毎の加算値を計算し、前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅に加算値を加算した加算量子化幅を計算する手段と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に前記加算量子化幅を調整して、再符号化に用いる量子化幅とすることを特徴とする請求項 1 記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 13】 前記加算量子化幅に対して、所定の複

数の量子化幅においては閾値設定することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 14】 前記設定されたビットレートの内の最大ビットレートと前記入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、前記最大ビットレートにおける最大ビットレート量子化幅を計算する手段と、

前記最大ビットレート量子化幅と前記再符号化に用いる量子化幅を入力とし、再符号化に用いる量子化幅を出力する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 15】 前記最大ビットレート量子化幅を計算する手段は、前記入力圧縮動画ストリームの所定の期間または枚数における符号量に対して、前記入力ビットストリームのビットレートと前記最大ビットレートの比率を満たす符号量制御であることを特徴とする請求項 14 に記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 16】 前記再符号化に用いる量子化幅に対して、最小値を設定することを特徴とする請求項 1 記載の圧縮動画像再符号化装置。

【請求項 17】 動画像データを圧縮符号化して生成された入力圧縮動画ストリームを入力信号とし、予め設定した平均ビットレートで、且つ可変ビットレートで再符号化し、ビットレートを変更した出力圧縮動画ストリームを出力信号とする圧縮動画像再符号化方法において、前記再符号化に用いる量子化幅を計算する工程と、前記計算された量子化幅と前記入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅を入力し、実際の再符号化に用いる量子化幅を出力する工程と、を有することを特徴とする圧縮動画像再符号化方法。

【請求項 18】 前記再符号化に用いる量子化幅と前記入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅からより大きい量子化幅を選択する工程を、さらに有することを特徴とする請求項 17 記載の圧縮動画像再符号化方法。

【請求項 19】 前記入力圧縮動画ストリームあるいは前記再符号化した圧縮動画ストリームの何れかにおける、量子化幅と符号量の一方または両方を用いて、二種類以上の所定の予め定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する工程と、前記複数の複雑度から所定の複雑度を出力する工程と、前記予め設定された平均ビットレートと前記出力された複雑度とを用いて前記量子化幅を計算する工程と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に前記量子化幅を調整して前記再符号化に用いる量子化幅とすることを特徴とする請求項 17 または 18 に記載の圧縮動画像再符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧縮動画像再符号

化装置および圧縮動画像再符号化方法に関し、特に、入力信号となる圧縮動画像の符号量を削減する圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法は、例えば、デジタル放送システムやサービス等、動画像信号を送送・蓄積する装置または方法に適用される。このデジタル放送システムやサービス等、動画像信号を送送・蓄積する場合に、動画像信号は圧縮符号化され送送・蓄積される。さらに近年では、動画像信号の圧縮符号化方式として ISO/ICE IS13818-2 (MPEG-2 VIDEO) 等が規格化され、デジタル放送システムやサービス等に用いられている。

【0003】 一方、放送局や家庭では、所定のビットレートで圧縮符号化された圧縮動画ストリームを、異なるビットレートの圧縮動画ストリームとして再符号化して送送・蓄積するアプリケーションが期待されている。例えば、デジタル記録装置への録画機能がある。

【0004】 放送局から家庭に分配される圧縮動画ストリームは、所定のビットレートで符号化されている。視聴者が長時間録画等を目的とし、限られた記憶容量に分配された圧縮動画ストリームを録画する場合、分配時のビットレートよりも低いビットレートで圧縮動画ストリームを再符号化する必要がある。この場合、再符号化時の画質劣化を抑制することが望ましい。以下では、そのような圧縮動画ストリームの再符号化処理に関する従来技術を具体的に述べる。

【0005】 以下の説明では、圧縮動画ストリームは MPEG-2 VIDEO に従って圧縮符号化されているものとする。よって以下では、MPEG-2 ビットストリームとする。MPEG-2 VIDEO では、ピクチャを複数の画素の集合からなるブロックに分割し、各ブロックに対して離散コサイン変換 (DCT) を施すことにより、空間領域の信号を周波数領域の信号に変換する。この離散コサイン変換により得られる各周波数成分は、定められた量子化幅で量子化され、量子化変換係数に可変長符号を割り当てることで可変長符号化し、MPEG-2 ビットストリームとして出力する。圧縮動画像再符号化装置は、基本的には入力信号である MPEG-2 ビットストリームを動画像信号に復号し、復号された動画像信号を再符号化することで実現できる。そのため圧縮動画像再符号化装置は、直列に接続された復号器と符号化器から構成される。

【0006】 図 12 に、復号器の基本構成を示す。この図 12 に示す復号器は、可変長復号器 201 と、逆量子化器 202 と、逆離散コサイン変換器 203 と、加算器 204 と、フレームメモリ 205 と、動き補償予測器 206 とにより構成される。

【0007】 図 13 に、符号化器の基本構成を示す。この図 13 に示す符号化器は、減算器 301 と、離散コサイン変換器 302 と、量子化器 303 と、可変長符号化

器304と、符号量制御手段305と、逆量子化器306と、逆離散コサイン変換器307と、加算器308と、フレームメモリ309と、動き補償予測器310とにより構成される。

【0008】図14に、圧縮動画像再符号化装置の基本構成を示す。説明のため以下では、可変長復号器201と逆量子化器202を復号経路部41、量子化器303と可変長符号化器304を符号化経路部43とし、復号経路部41と符号化経路部43と符号量制御手段401以外の構成部を誤差補償部42とする。

【0009】前述したように、図14に示す圧縮動画像再符号装置は、直列に接続された復号器と符号器とで構成するため、図12に示す復号器と図13に示す符号化器を直列に接続している。また、圧縮動画像再符号化装置は、処理の高速化、画質向上の目的で可変長復号器201で復号された符号化情報を再符号化時の符号化パラメータとして再利用する。

【0010】これに対し、より低コストかつ簡易に圧縮動画像の再符号化を行う装置が特開平8-23539号公報や特開平8-51631号公報等において開示されている。図15に、特開平8-23539号公報に開示されている圧縮動画像再符号装置の基本構成を示す。本図15に示す圧縮動画像再符号装置は、処理の簡略化のために、図14の誤差補償部42を省略した構成になっており、復号経路51と符号化経路52と符号量制御器501のみで構成される。ただし、この装置を用いた場合、再量子化による量子化誤差の蓄積のために画質劣化が生じる。

【0011】図16に、特開平8-51631号公報に開示されている圧縮動画像再符号装置の基本構成を示す。本図16に示す圧縮動画像再符号装置は、図14の誤差補償部42に対して等価な変換である、誤差補償部62を用いることで処理の単純化を行う。

【0012】これらの従来技術は、圧縮動画像再符号化装置の構成について開示されたものであり、符号量制御手段401における符号量制御に関しては述べられていない。次に圧縮動画像再符号化装置の符号量制御方式における従来技術について述べる。

【0013】従来例1として、符号化装置の符号量制御方式であるMPEG-2のテストモデル (Test Model 5, ISO/ICE JTC1/SC21/WG11/N0400, 1993年4月) の方式が知られている。この方式では、フレーム内符号化およびフレーム間予測符号化により発生した符号量を、ある単位時間毎に一定にしようとする固定ビットレート符号化方式を採用している。この結果、複数ピクチャの集合であるGOP (Group Of Pictures) を単位として、GOP毎に対する符号化処理により発生する符号量が一定になるよう、ピクチャを16×16画素に分割したマクロブロック単位毎に設定する基本量子化幅を設定することで、符号量を制御する。

【0014】しかしながら、上記従来例1は符号化装置の符号量制御方式であり、制御にはMPEG-2ビットストリームに含まれていない情報を必要とするため、直接適用することはできない。これに対し、上記従来例1の符号量制御方式に代わり、圧縮動画像再符号化装置に適した符号量制御方式が提案されている。例えば、従来例2として、図15に示した圧縮動画像再符号装置における符号量制御方式が、United State Patent 5,657,015に開示されている。

10 【0015】この方式では、マクロブロック毎に再符号化後のピクチャの平均量子化幅と、ピクチャの目標符号量と、実際の符号量から基本量子化幅を設定する。次にピクチャの平均量子化幅と、符号化を行うマクロブロックの量子化幅の比率またはピクチャの符号量と、符号化を行うマクロブロックの符号量の比率を用いてアクティビティを計算し、基本量子化幅を調整することで符号量の制御を行う。

【0016】従来例3として、United State Patent 5,805,224が開示されている。この方式では、入力ビットレートと、出力ビットレートと、符号化を行うピクチャの符号量から再符号化時のサブピクチャの目標符号量を設定し、符号量と量子化幅の積によりピクチャの複雑度を求める。次に、複雑度をサブピクチャの目標発生符号量に応じて分配し、サブピクチャの量子化幅を設定する。また次に、目標符号量と実際の符号量の差分を制御に反映し、量子化幅を調整することで符号量の調整を行う。これら従来例2および従来例3では、再符号化時の目標符号量を入力圧縮動画ストリームのピクチャの符号量と、入力ビットレートと、出力ビットレートを用いて、設定している。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来方式では、入力圧縮動画ストリームの符号量に応じて、再符号化時の目標符号量を設定し、動画像のシーン特性や符号化に必要な符号量に係わらずほぼ一様に発生符号量を削減するため、画質が劣化する問題を伴う。

【0018】本発明は、圧縮動画像の再符号化時における処理遅延の短縮と画質の向上と符号化効率の向上とを実現した、圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法を提供することを目的とする。さらに述べると、本発明は、リアルタイム処理可能な圧縮動画像データの再符号化装置において、より高効率でより高画質な動画像データの再符号化を実現する圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、本発明の圧縮動画像再符号化装置は、動画像データを圧縮符号化して生成された入力圧縮動画ストリームを

入力信号とし、予め設定した平均ビットレートで、且つ可変ビットレートで再符号化し、ビットレートを変更した出力圧縮動画ストリームを出力信号とする圧縮動画像再符号化装置において、再符号化に用いる量子化幅を計算する手段と、計算された量子化幅と入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅を入力し、実際の再符号化に用いる量子化幅を出力する手段とを有することを特徴としている。

【0020】また、上記の再符号化に用いる量子化幅と入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅からより大きい量子化幅を選択する手段をさらに有し、入力圧縮動画ストリームあるいは再符号化した圧縮動画ストリームの何れかにおける、量子化幅と符号量の一方または両方を用いて、二種類以上の所定の予め定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する手段と、複数の複雑度から所定の複雑度を出力する手段と、予め設定された平均ビットレートと出力された複雑度とを用いて量子化幅を計算する手段と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に量子化幅を調整して再符号化に用いる量子化幅とするとよい。

【0021】なお、上記の定められた期間またはピクチャ枚数として用いられる複数のピクチャとして、再符号化開始から現在再符号化をしている直前のピクチャまたはフレーム内符号化された画像を一枚含む複数のピクチャを使用し、目標符号量と過不足量から基本量子化幅を調整する所定の期間は、ピクチャを分割したブロックの集合を使用し、複数の複雑度の中で最小となる複雑度を選択する手段をさらに有するとよい。

【0022】さらに、上記の再符号化に用いられる量子化幅に対して画像特性による重み付けをしてこの量子化幅を調整する手段と、入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、所定の定められた期間またはピクチャ枚数における複雑度と再符号化対象の複雑度の比率を計算し、量子化幅の重み付けをし、この量子化幅を調整する手段と、複雑度の計算に用いられる入力圧縮動画ストリームの量子化幅に対して画像特性による重み付けをし、この量子化幅を調整する手段を有し、入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、所定の定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度と再符号化対象の複雑度との比率を計算し、量子化幅の重み付けをし、この量子化幅を調整する手段をさらに有するとよい。

【0023】また、上記の入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、二種類以上の所定の定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する手段と、複数の複雑度から所定の複雑度を出力する手段と、予め設定された平均ビットレートと、出力された複雑度を用いて量子化幅を計算する手段と、入力圧縮動画ストリームの量子化幅

を用いて、所定の期間またはピクチャ枚数毎に量子化幅の平均を計算する手段と、量子化幅と平均量子化幅を用いて加算値を計算し、入力圧縮動画ストリームの量子化幅に加算値を加算し、加算量子化幅を計算する手段と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に加算量子化幅を調整して、再符号化に用いる量子化幅とするとよい。

【0024】なお、上に記載の入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、二種類以上の所定の定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する手段と、複数の複雑度から所定の複雑度を出力する手段と、予め設定された平均ビットレートと、出力された複雑度を用いて量子化幅を計算する手段と、入力圧縮動画ストリームの量子化幅を用いて、入力圧縮動画ストリームの符号化予測モードに応じて、所定の期間またはピクチャ枚数毎にそれぞれの量子化幅の平均を計算する手段と、量子化幅と平均量子化幅を用いて、符号化予測モード毎の加算値を計算し、入力圧縮動画ストリームの量子化幅に加算値を加算し、加算量子化幅を計算する手段と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に加算量子化幅を調整して、再符号化に用いる量子化幅とするとよい。

【0025】さらに、加算量子化幅に対して、所定の複数の量子化幅においては閾値設定し、設定されたビットレートの内の最大ビットレートと入力圧縮動画ストリームの量子化幅と符号量の何れか一方または両方を用いて、最大ビットレートにおける最大ビットレート量子化幅を計算する手段と、最大ビットレート量子化幅と再符号化に用いる量子化幅を入力とし、再符号化に用いる量子化幅を出力する手段を有し、最大ビットレート量子化幅を計算する手段は、入力圧縮動画ストリームの所定の期間または枚数における符号量に対して、入力ビットストリームのビットレートと最大ビットレートの比率を満たす符号量制御とし、再符号化に用いる量子化幅に対して、最小値を設定するとよい。

【0026】本発明の圧縮動画像再符号化方法は、動画像データを圧縮符号化して生成された入力圧縮動画ストリームを入力信号とし、予め設定した平均ビットレートで、且つ可変ビットレートで再符号化し、ビットレートを変更した出力圧縮動画ストリームを出力信号とする圧縮動画像再符号化方法において、再符号化に用いる量子化幅を計算する工程と、計算された量子化幅と入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅を入力し、実際の再符号化に用いる量子化幅を出力する工程とを有することを特徴としている。

【0027】また、上記の再符号化に用いる量子化幅と入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅からより大きい量子化幅を選択する工程をさらに有し、入力圧縮動画ストリームあるいは再符号化した圧縮動画ストリームの何れかにおける、量子化幅と符号量の一方または両方を

用いて、二種類以上の所定の予め定められた期間またはピクチャ枚数におけるそれぞれの複雑度を計算する工程と、複数の複雑度から所定の複雑度を出力する工程と、予め設定された平均ビットレートと出力された複雑度とを用いて量子化幅を計算する工程と、目標符号量と実際の符号量との過不足量から所定の期間毎に量子化幅を調整して再符号化に用いる量子化幅とするとよい。

【0028】

【発明の実施の形態】次に、添付図面を参照して本発明による圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法の実施形態を詳細に説明する。図1から図11を参照すると、本発明の圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法の一実施形態が示されている。

【0029】（第1の実施形態）図1は、本発明の圧縮動画像再符号化装置を説明するための図である。ここで、圧縮符号化方式としてMPEG-2 VIDEOを用いることとするが、圧縮符号化方式としては、MPEG-2VIDEOに限らず、量子化幅により符号量の制御を行う圧縮符号化方式であればよい。例えば、ISO/ICE IS11172 (MPEG-1 VIDEO) あるいはITU-T H.261、ITU-T H.263等の方式を用いてもよい。また、複雑度の計算を行う期間は符号化開始時から現在まで符号化した全ピクチャと、複数のピクチャから構成されるピクチャ群とし、目標符号量と実際の符号量の過不足量を調整する期間としては、マクロブロック単位とする。

【0030】この符号化単位は、画像符号化単位の一例を示したにすぎず、複雑度の計算を行う期間は一定期間の画質を制御する単位であり、過不足量を調整する期間としてはより細かな制御を行うための複雑度の計算を行う期間より小さな単位であればよい。他に、ピクチャ群の単位としては、フレーム内予測された画像を一枚含む複数ピクチャ群や、一枚のピクチャや、ある時間におけるピクチャ等もある。ここで、図1によれば、本発明の圧縮動画像再符号装置は、復号経路部11と、誤差補償部12と、符号化経路部13と、符号量制御手段14から構成される。

【0031】まず、MPEG-2ビットストリームが入力として復号経路部11に供給される。復号経路部11においては、入力ビットストリームの可変長復号および逆量子化を行い、入力ビットストリームのビットレートと、フレームレート、およびマクロブロック毎に入力ビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量を符号量制御手段14に供給する。また、復号経路部11においては、DCT係数と、動きベクトル等を誤差補償部12へ供給し、再符号化時に再利用できる符号化情報を符号化経路部13に供給する。

【0032】誤差補償部12においては、復号経路部11から供給される再量子化前のDCT係数と、動きベクトル等と、符号化経路部13から供給される再量子化後のDCT係数を用いて、再量子化による誤差の蓄積を防

止し、再量子化を行うDCT係数を符号化経路部13に供給する。

【0033】符号化経路部13においては、復号経路部11から供給される符号化情報と、誤差補償部12から供給されるDCT係数と、符号量制御手段14から供給される量子化幅と、外部から供給される目標平均ビットレートをを用いて、DCT係数の再量子化と、再符号化を行い出力ビットストリームを出力し、再符号化後の符号量を符号量制御手段14に供給する。

【0034】符号量制御手段14においては、復号経路部11から供給される入力ビットストリームのビットレートと、フレームレートと、入力ビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量、符号化経路部13から供給される再符号化後の符号量、外部から供給される目標平均ビットレートをを用いて量子化幅を計算し、符号化経路部13に供給する。ここで、符号量制御手段14は、複雑度計算手段101と、ピクチャ群量子化幅計算手段102と、量子化幅調整手段103と、量子化幅選択器104から構成される。

【0035】複雑度計算手段101においては、復号経路部11からマクロブロック毎に供給される入力ビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量を用いて、複数ピクチャにおけるピクチャ群複雑度および符号化を行った全ピクチャにおける複雑度を計算し、ピクチャ群量子化幅計算手段102に供給する。

【0036】ピクチャ群量子化幅計算手段102においては、復号経路部11から供給されるフレームレート、外部から供給される目標平均ビットレートと、複雑度計算手段101から供給される複雑度と、ピクチャ群複雑度を用いて基本量子化幅を計算し、計算した結果を量子化幅調整手段103に供給する。

【0037】量子化幅調整手段103においては、復号経路部11から供給される入力ビットストリームのビットレートと、フレームレートと、入力ビットストリームの符号量、外部から供給される目標平均ビットレートをを用いて目標符号量を設定し、符号化経路部13から供給される再符号化後の符号量との差分を求め、差分に応じてピクチャ群量子化幅計算手段102から供給される基本量子化幅の調整を行い、調整した量子化幅を量子化幅選択器104に供給する。

【0038】量子化幅選択器104においては、量子化幅調整手段103から供給される量子化幅が復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅よりも小さい値であれば、入力ビットストリームの量子化幅を符号化経路部13に供給する。

【0039】（動作の説明）次に、本発明の符号量制御手段14における動作例を説明する。なお、以下に示す式(1)～式(16)は、複雑度計算における処理例であり、これらの式は、複雑度計算101における処理例を表している。本複雑度計算101においては、復号経

10

20

30

40

50

路部11からマクロブロック毎に供給される入力ビットストリームの量子化幅 Q_{oj} と入力ビットストリームの符号量 S_{oj} を用いて、複数ピクチャにおけるピクチャ群の量子化幅累算値 Q_{op} および符号量累算値 S_{op} および複雑度 X_p 、全ピクチャにおける量子化幅累算値 Q_{ot} および符号量累算値 S_{ot} および複雑度 X_t を、例えば式(1)～式(6)により計算し、ピクチャ群複雑度 X_p と複雑度 X_t をピクチャ群量子化幅計算手段102に供給する。ここで、符号 N_p はピクチャ群におけるピクチャ数、符号 N_t は符号化を行った全ピクチャ数、符号 N_{mb} はピクチャ当たりのマクロブロック数を表す。

【0040】

【数1】

$$Q_{op} = \sum_{j=1}^{N_p \times N_{mb}} Q_{oj} \quad (1)$$

$$S_{op} = \sum_{j=1}^{N_p \times N_{mb}} S_{oj} \quad (2)$$

$$X_p = \frac{Q_{op} \times S_{op}}{N_p^2 \times N_{mb}} \quad (3)$$

$$Q_{ot} = \sum_{j=1}^{N_p \times N_{mb}} Q_{oj} \quad (4)$$

$$S_{ot} = \sum_{j=1}^{N_p \times N_{mb}} S_{oj} \quad (5)$$

$$X_t = \frac{Q_{ot} \times S_{ot}}{N_t^2 \times N_{mb}} \quad (6)$$

【0041】ピクチャ群量子化幅計算手段102においては、復号経路部11から供給されるフレームレート FR と、外部から供給される目標平均ビットレート ABR と、複雑度計算手段101から供給される複雑度 X_t と、ピクチャ群複雑度 X_p を用いて、基本量子化幅 Q_b を、例えば式(7)により計算し、量子化幅調整手段103に供給する。ここで、 $\min(X_t, X_p)$ は X_t と X_p の小さい値を選択する。上記計算では、入力ビットストリームの長期的なシーン特性とそれよりも短い期間のシーン特性を複雑度の比較を行うことで実現し、小さい値を選択することで多くの符号量を発生させる制御となり、画質の低下を抑えることができる。

【0042】

【数2】

$$Q_b = \frac{\min(X_t, X_p) \times FR}{ABR} \quad (7)$$

【0043】量子化幅調整手段103においては、符号化経路部11から供給される入力ビットストリームのビットレート BR と、フレームレート FR と、入力ビット

ストリームの符号量 S_{oj} と、外部から供給される目標平均ビットレート ABR を用いて、ピクチャ群符号量累算値 S_{op} と、ピクチャ群目標符号量 T_p と、全ピクチャの目標符号量 T_t を、例えば上記の式(2)、並びに下記の式(8)および式(9)により計算する。また、符号化経路部13からマクロブロック毎に供給される再符号化後の符号量 S_{rj} を用いて、全ピクチャの符号量累算値 S_{rt} を式(10)により計算し、差分 VBO を式(11)により求める。さらに、ピクチャ群量子化手段102から供給される基本量子化幅 Q_b の調整を、例えば式(12)により計算し、量子化幅選択器104に調整を行った量子化幅 Q_m を供給する。

【0044】

【数3】

$$T_p = \frac{ABR \times S_{op}}{BR} \quad (8)$$

$$T_t = \sum T_p \quad (9)$$

$$S_{rt} = \sum_{j=1}^{N_p \times N_{mb}} S_{rj} \quad (10)$$

$$VBO = S_{rt} - T_t \quad (11)$$

$$Q_m = \frac{Q_b \times (\alpha + VBO)}{r} \quad (12)$$

【0045】ここで、上記の式(9)はピクチャ群目標符号量 T_p の累算値であり、符号 α 、 r は目標平均ビットレートに対する発生符号量の差分における制御の反応の大きさを決めるパラメータである。

【0046】量子化幅選択器104においては、量子化幅調整手段103から供給される量子化幅 Q_m が、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅 Q_j よりも小さい値であれば、入力ビットストリームの量子化幅 Q_j を符号化経路部13に供給する。

【0047】(第2の実施形態)次に、本発明の第2の実施形態を図2に示す。第1の実施形態では、複雑度計算手段101においては、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量を用いて、複雑度およびピクチャ群複雑度を計算する。本実施形態によれば、複雑度計算手段101においては、符号化経路部13から供給される再符号化後の量子化幅と、再符号化後の符号量を用いて、複雑度およびピクチャ群複雑度を計算する。

【0048】(第3の実施形態)次に、本発明の第3の実施形態を図3に示す。第1の実施形態では、量子化幅選択器104においては、量子化幅調整手段103から供給された量子化幅を用いて、量子化幅の選択を行っている。本実施形態は図1に示されるブロック図に適応量子化手段901を追加したものである。適応量子化手段

901においては、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量を用いて、量子化幅調整手段103から供給される量子化幅をさらに調整し、量子化幅選択器104へ供給する。

【0049】次に適応量子化手段901の動作の一例を示す。適応量子化手段901においては復号経路11から供給される入力ビットストリームの量子化幅 Q_j と、符号量 S_j 、量子化幅調整手段103から供給される量子化幅 Q_m を用いて、例えば式(3)から得られるピクチャ群複雑度 X_p および下記の式(13)により量子化幅 Q_a を計算し、量子化幅選択器104へ供給する。ここで、ピクチャ群におけるピクチャ数 N_p は、複雑度計算手段101で用いられるピクチャ群のピクチャ数と同じである必要はない。本実施形態では、通常画像信号を用いて行うアクティビティの計算を、入力ビットストリームの量子化幅と符号量を用いて計算を行い、量子化幅を修正する。その結果、画像信号レベルまで復号を行わない構成の圧縮画像再符号化装置に対しても、画像の性質を用いた適応量子化を行える。

【0050】

【数4】

$$Q_a = \frac{Q_j \times S_j \times Q_m}{X_p} \quad (13)$$

【0051】(第4の実施形態)次に、本発明の第4の実施形態を図4に示す。第1の実施形態では、ピクチャ群複雑度101においては、複雑度の計算に入力ビットストリームの量子化幅を用いている。本実施形態は、図1に示されるブロック図に逆適応量子化器1001を追加したものである。

【0052】逆適応量子化器1001においては、復号経路部11から供給されるビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量を用いて、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅を調整し、複雑度計算手段101に供給する。逆適応量子化手段1001の動作例としては、例えば、図3における適応量子化手段901の逆変換が考えられる。本実施形態では、複雑度の計算のために、入力ビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量を用いて、入力ビットストリームの量子化幅を調整する。その結果、符号化時に適応量子化が行われた入力ビットストリームの量子化幅に対しても、適応量子化前の量子化幅を推定することが可能であり、適応量子化前の量子化幅を用いた複雑度の計算が可能になる。

【0053】(第5の実施形態)次に、本発明の第5の実施形態を図5に示す。本実施形態は、図1に対して、量子化幅選択器104の外部入力が増加されている。第1の実施形態の量子化幅選択器1101においては、量子化幅調整手段103から供給される量子化幅が復号経

路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅よりも小さい値であれば、入力ビットストリームの量子化幅を符号化経路部13に供給している。本実施形態の量子化幅選択器1101においては、上記入力に加え、外部から最小量子化幅が供給され、量子化幅調整手段103から供給される量子化幅と入力ビットストリームの量子化幅が最小量子化幅よりも小さい値であれば、最小量子化幅を符号化経路部13に供給する。これにより本実施形態では、量子化幅を小さく設定しすぎることによる無駄な符号の発生を抑えることが可能になる。

【0054】(第6の実施形態)次に、本発明の第6の実施形態を図6に示す。本実施形態は図1に示されるブロック図に最大ビットレート量子化幅計算手段1201を追加したものである。最大ビットレート量子化幅計算手段1201においては、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅と、入力ビットストリームの符号量と、入力ビットストリームのビットレートおよびフレームレート、復号経路部13から供給される再符号化後の量子化幅と、再符号化後の符号量、外部から供給される最大ビットレート等を用いて、指定された最大ビットレートを超えないような最大ビットレート量子化幅を設定し、量子化幅選択器104へ供給する。

【0055】量子化幅選択器1202においては、上記入力に加え、最大ビットレート量子化幅計算手段1201から供給される最大ビットレート量子化幅を用いて、量子化幅調整手段103から供給される量子化幅と、入力ビットストリームの量子化幅が最大ビットレート量子化幅よりも小さい値であれば、最大ビットレート量子化幅を符号化経路部13に供給する。ここで、最大ビットレート量子化幅計算手段1201における最大ビットレート量子化幅の計算方法としては、例えば、入力ビットストリームのビットレートと最大ビットレート比率および入力ビットストリームの符号量を用いて、目標符号量を設定し、目標符号量を満たすような符号量制御を用いて、マクロブロック単位の量子化幅を計算することで実現できる。本実施形態では、入力ビットストリームのビットレートが非常に高く、目標平均ビットレートが低い場合に、必要以上に符号化幅を小さく設定しすぎて、無駄な符号の発生を抑えることが可能になる。

【0056】(第7の実施形態)次に、本発明の第7の実施形態を図7に示す。本実施形態の、符号量制御手段14は、複雑度計算手段101と、ピクチャ群量子化幅計算手段102と、量子化幅調整手段103と、量子化幅選択器104と、平均量子化幅計算手段1301と、加算値計算手段1302から構成される。

【0057】以下では、第1の実施形態と異なる部分に関してのみ説明する。平均量子化幅計算手段1301においては、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅を複数ピクチャ期間累算し、その平均値を加算値計算手段1302に供給する。

【0058】加算値計算手段1302においては、ピクチャ群量子化幅計算手段102から供給される基本量子化幅と、平均量子化幅計算手段1301から供給される平均量子化幅の差分値を、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅に加算し、量子化幅調整手段103に供給する。

【0059】次に平均量子化幅計算手段1301および加算値計算手段1302の動作の一例を示す。平均量子化幅計算手段1301においては、平均量子化幅 Q_{ave} は復号経路部11から供給される量子化幅 Q_j を用いて、上記の式(1)および下記の式(14)により計算され、加算値計算手段1302へ供給される。ここで、ピクチャ群におけるピクチャ数 N_p は、複雑度計算手段101で用いられるピクチャ群のピクチャ数と同じである必要はない。

【0060】

【数5】

$$Q_{ave} = \frac{Q_{op}}{N_p} \quad (14)$$

【0061】加算値計算手段1302においては、加算値 A をピクチャ群量子化幅計算手段102から供給される量子化幅 Q_b 、平均量子化幅計算手段1301から供給される平均量子化幅 Q_{ave} を用いて、例えば下記の式(15)により計算し、量子化幅調整手段103へ供給する。これにより本実施形態では、入力ビットストリームの量子化幅に加算値を加えるため、符号化時に適応量子化を用いて量子化幅が設定されている場合、適応量子化を考慮することなく量子化幅を設定できる。

【0062】

【数6】

$$\begin{cases} \text{if } (Q_b - Q_{ave} > 0) & A = Q_b - Q_{ave} \\ \text{else} & A = 0 \end{cases} \quad (15)$$

【0063】(第8の実施形態)次に、本発明の第8の実施形態を図8に示す。本実施形態は、図7に対して、加算値計算手段1302への外部入力追加されている。第7の実施形態の加算値計算手段1302においては、ピクチャ群量子化幅計算手段102から供給される基本量子化幅と、平均量子化幅計算手段1301から供給される平均量子化幅の差分値を、復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅に加算し、量子化幅を計算している。

【0064】本実施形態の量子化幅設定手段1401においては、上記入力に加え、外部から最小量子化幅もしくは閾値が供給される。加算値計算手段1401においては、計算した量子化幅と、量子化幅もしくは閾値を比較することで、量子化幅の選択を行い、量子化幅調整手段103に量子化幅を供給する。

【0065】加算値計算手段の動作例を図9に示す。本図9は、最小量子化幅と閾値が設定されていた場合にど

の量子化幅が選択されるかを示したものである。横軸は入力ビットストリームの量子化幅を表し、縦軸は再符号化後の量子化幅を表す。グラフの太線が本量子化幅設定により選択される量子化幅である。

【0066】ここで、最小量子化幅により、量子化幅の最小値を設定し、閾値によりある量子化幅以降においては、入力ビットストリームの量子化幅が閾値を超えるまでは、再符号化後の量子化幅が閾値を越えないように量子化幅が設定される。これにより本実施形態では、再量子化後の量子化幅の最小値を設定することで過剰な符号量の発生を抑制する。また、閾値よりも大きな量子化幅を選択しないようにし、画質劣化を抑制する。

【0067】(第9の実施形態)次に、本発明の第9の実施形態について説明する。第7および第8の実施形態では、どの符号化予測方式においても等しい加算値を入力ビットストリームの量子化幅に加算している。第9の実施形態では、ピクチャの符号化予測方式毎に加算値を保持する。例えば、MPEG-2におけるフレーム内符号化(Iピクチャ)、前方向フレーム間符号化(Pピクチャ)、双方向フレーム間符号化(Bピクチャ)に対して、平均量子化幅計算手段1301において符号化モード毎に平均量子化幅 Q_{ave} を計算し、加算値計算手段1302へ供給する。

【0068】加算値計算手段1302においてピクチャ群量子化幅計算手段102から供給される基本量子化幅と、平均量子化幅計算手段1301から供給される符号化モード毎の平均量子化幅の差分値を計算し、符号化モード毎に復号経路部11から供給される入力ビットストリームの量子化幅に加算し、量子化幅の計算を行う。これにより本実施形態では、符号化モードに応じて加算値を切り替えるため、単一の加算値よりも細かな制御が可能になり、画質を向上させることが可能になる。

【0069】(動作原理の説明)上記の実施形態において、例えば、入力である圧縮動画ストリーム1を再符号化し、圧縮動画ストリーム2を出力することを考える。図10は圧縮動画ストリーム1および再符号化後の圧縮動画ストリーム2におけるピクチャ当たりの平均量子化幅と時間の関係と、図11はその時の発生符号量と時間の関係の一例を示したものである。図10および図11の細い実線が圧縮動画ストリーム1を表す。

【0070】一般に、符号量の削減は、圧縮動画ストリーム1における量子化幅よりも大きな量子化幅を設定して再量子化することで実現できる。ちなみに従来の方式では、圧縮動画ストリーム1の符号量に応じて、再符号化時の目標符号量を設定し、量子化幅を設定する。例えば図11のような場合には、どの期間においても、ほぼ一定の符号量を削減する必要があるため、一律に量子化幅を大きく設定してまう。その結果、図10の破線に示すように、入力圧縮動画ストリームの量子化幅が大きく画質の悪いピクチャに対しても、再符号化時にさらに大

きい値を設定してしまい、画質劣化を引き起こす原因になる。そこで、図10の太い実線で示すような、動画像のシーン特性に応じた量子化幅の設定をすれば、このような問題は解決できる。本発明では、入力圧縮動画ストリームに含まれる符号化情報を用いて、動画像のシーン特性を求め、特性に応じた量子化幅を設定する。

【0071】次に、設定した量子化幅に対して、平均ビットレート等を用いて求めた目標符号量と、実際の符号量との差分を用いて修正を行う。その結果、ある期間にわたり画質が一定の品質となり、また平均ビットレートを満たし、目標符号量に近づくような制御を実現できる。また、量子化幅は入力圧縮動画ストリームの量子化幅よりも小さな値にならないようにすることで、必要以上に多くの符号量を割り当てることなく、より平均的な画質の向上を実現できる。さらに、本発明では、一旦、圧縮動画ストリーム全体を復号し、動画像の特性を求めることなく再符号化を行うため、遅延の少ないリアルタイム処理が実現できる。

【0072】尚、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。

【0073】

【発明の効果】以上の説明より明かなように、本発明の圧縮動画像再符号化装置および圧縮動画像再符号化方法は、再符号化に用いる量子化幅を計算し、計算された量子化幅と入力圧縮動画ストリームにおける量子化幅を入力し、実際の再符号化に用いる量子化幅を出力している。よって、入力圧縮動画ストリームに含まれる符号化情報を用いて動画像のシーン特性を求め、特性に応じた量子化幅の設定を行い、設定した量子化幅に対して目標符号量と実際の符号量との差分を用いて修正を行うことで、ある期間に渡り、画質が一定の品質となり、平均ビットレートを満たし、目標符号量に近づくような制御を実現できる。これにより、高画質な再符号化を達成することができる。また、圧縮動画ストリーム全体を復号し、動画像の特性を求めることなく再符号化を行うため、低遅延かつリアルタイムに圧縮動画ストリームの再符号化を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の圧縮動画像再符号化装置の実施形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】第2の実施形態における圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図3】第3の実施形態における圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図4】第4の実施形態における圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図5】第5の実施形態における圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図6】第6の実施形態における圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図7】第7の実施形態における圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図8】第8の実施形態における圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図9】第8の実施形態における量子化幅設定手段の動作例の説明図である。

【図10】原理説明図である。

【図11】原理説明図である。

【図12】従来の復号器の構成を示すブロック図である。

【図13】従来の符号化器の構成を示すブロック図である。

【図14】従来の圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図15】従来の圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図16】従来の圧縮動画像再符号化装置の構成例を示すブロック図である。

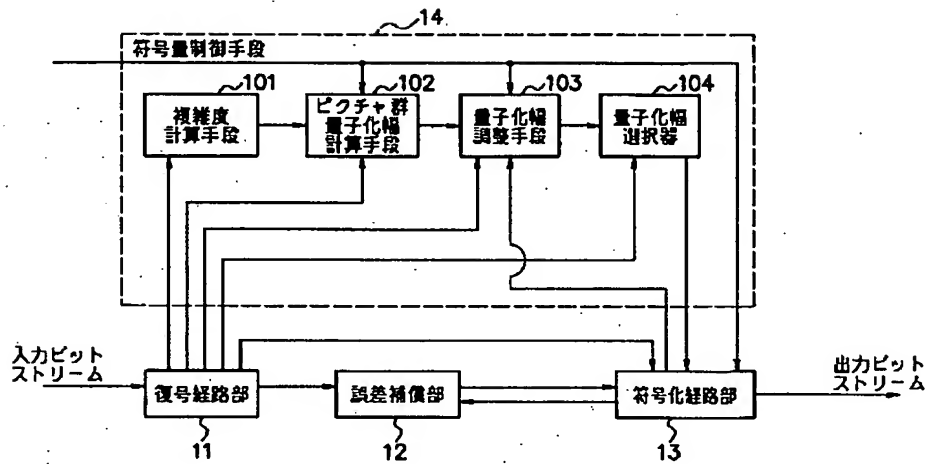
【符号の説明】

- 11 復号経路部
- 12 誤差補償部
- 13 符号化経路部
- 14 符号量制御手段
- 101 複雑度計算手段
- 102 ピクチャ群量子化幅計算手段
- 103 量子化幅調整手段
- 104 量子化幅選択器
- 201 可変長復号器
- 202 逆量子化器
- 203 逆離散コサイン変換器
- 204 加算器
- 205 フレームメモリ
- 206 動き補償予測器
- 301 減算器
- 302 離散コサイン変換器
- 303 量子化器
- 304 可変長符号化器
- 305 符号量制御手段
- 306 逆量子化器
- 307 逆離散コサイン変換器
- 308 加算器
- 309 フレームメモリ
- 310 動き補償予測器
- 41 復号経路部
- 42 誤差補償部
- 43 符号化経路部
- 401 符号量制御手段
- 51 復号経路部

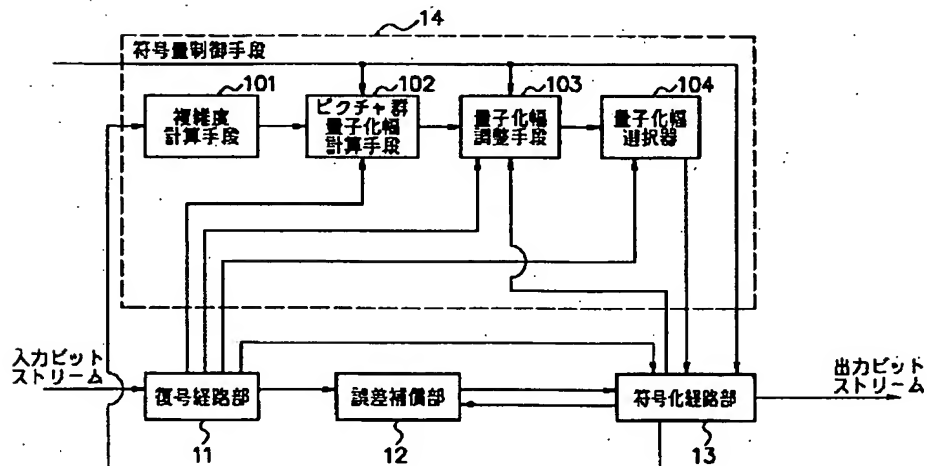
52 符号化経路部
501 符号量制御手段
61 復号経路部
62 誤差補償部
63 符号化経路部
601 減算器
602 逆量子化器
603 減算器
604 逆離散コサイン変換器
605 フレームメモリ

606 動き補償予測器
607 離散コサイン変換器
608 符号量制御手段
901 適応量子化手段
1001 逆適応量子化手段
1101 量子化幅選択器
1201 最大ビットレート量子化幅計算手段
1202 量子化幅選択器
1301 平均量子化幅計算手段
10 1302、1401 加算値計算手段

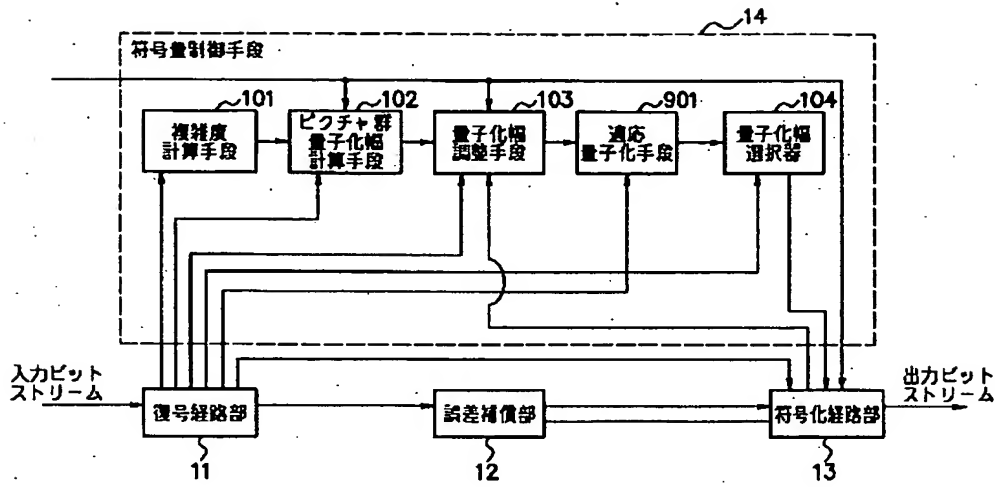
【図1】



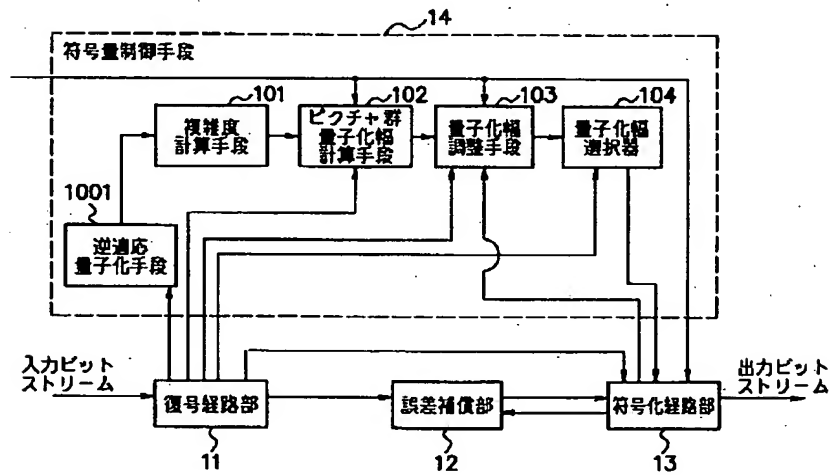
【図2】



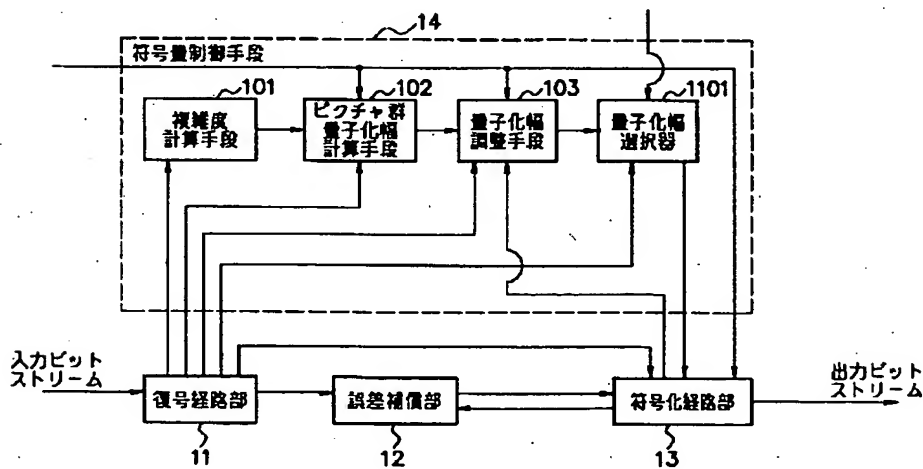
【図 3】



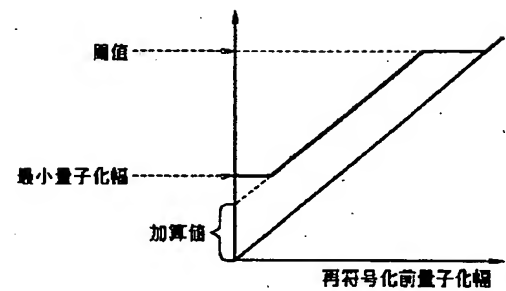
【図 4】



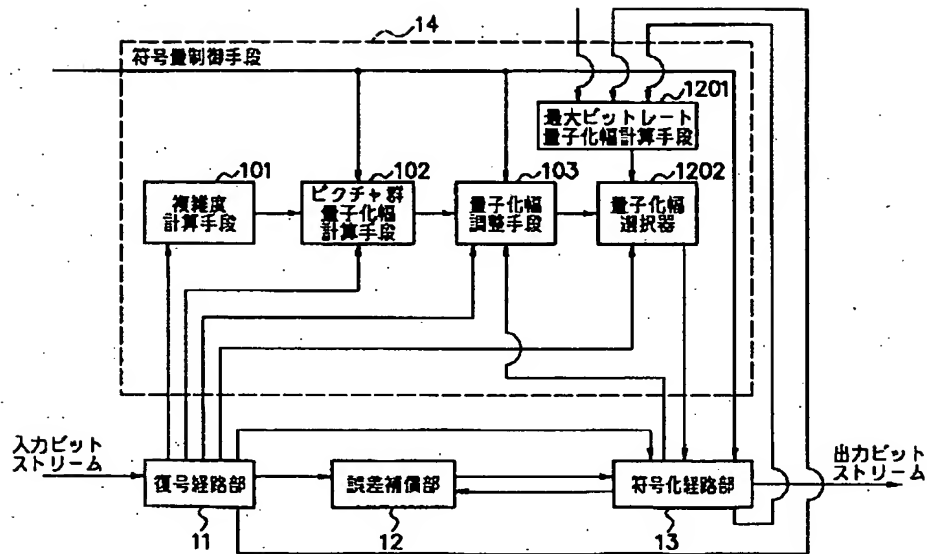
【図 5】



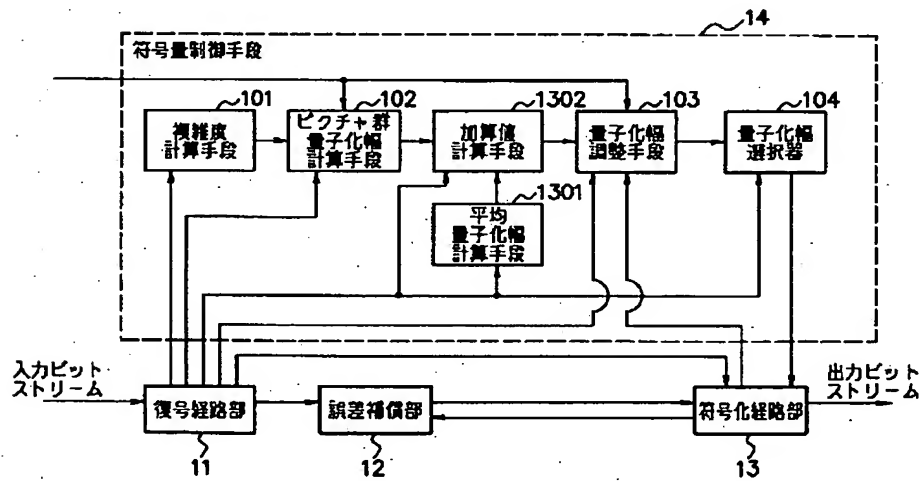
【図 9】



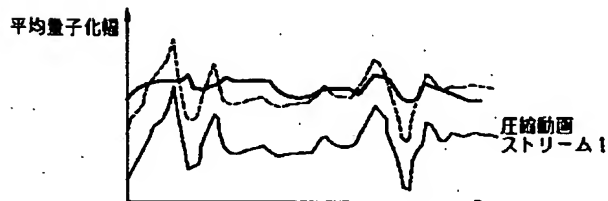
【図 6】



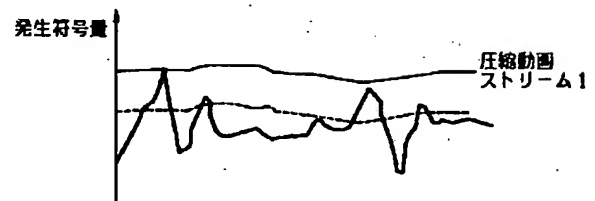
【図 7】



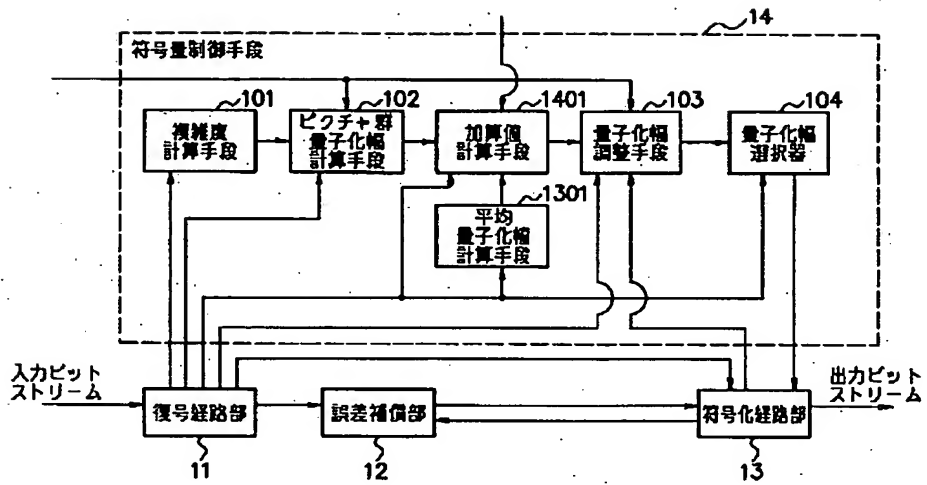
【図 10】



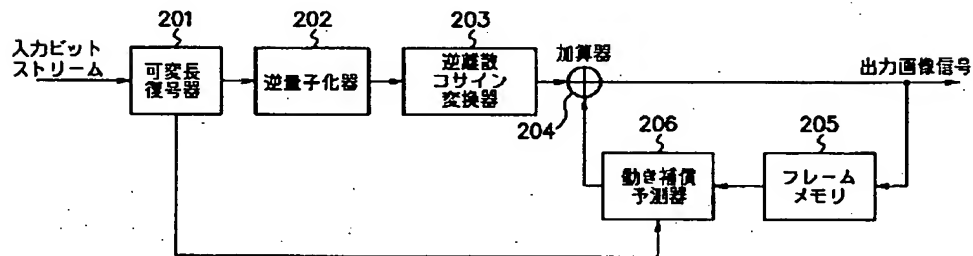
【図 11】



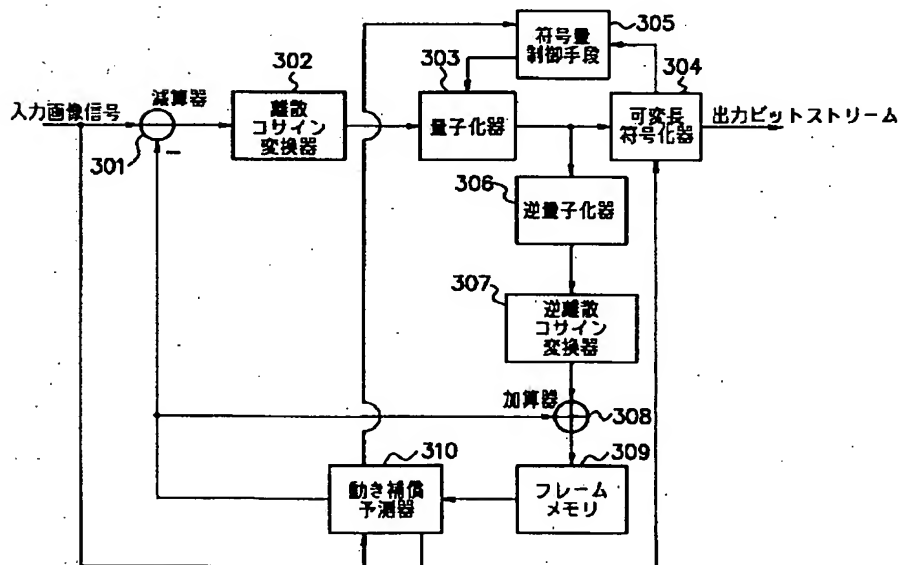
【図 8】



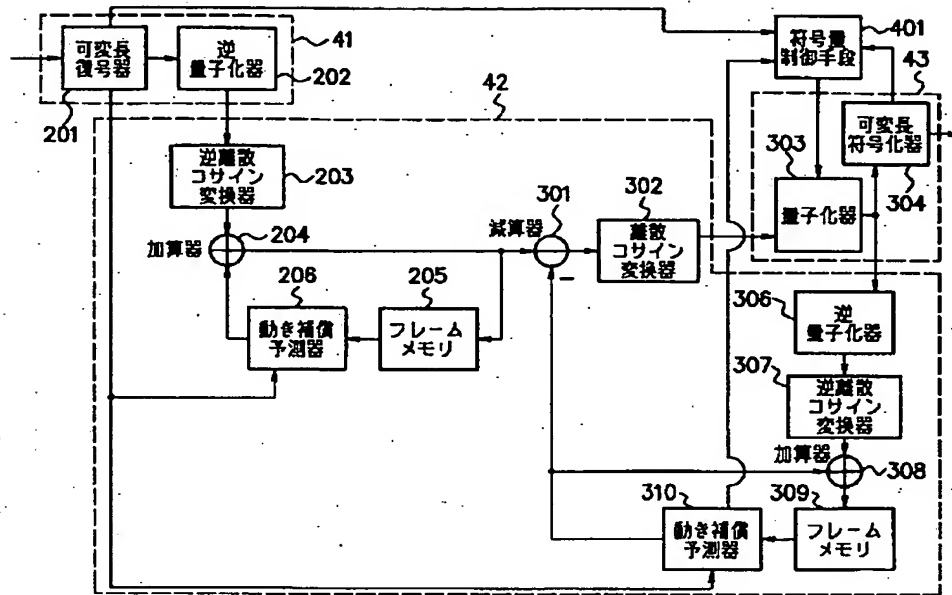
【図 12】



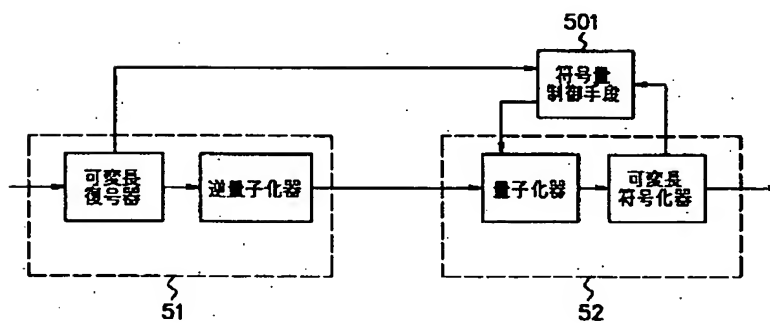
【図 13】



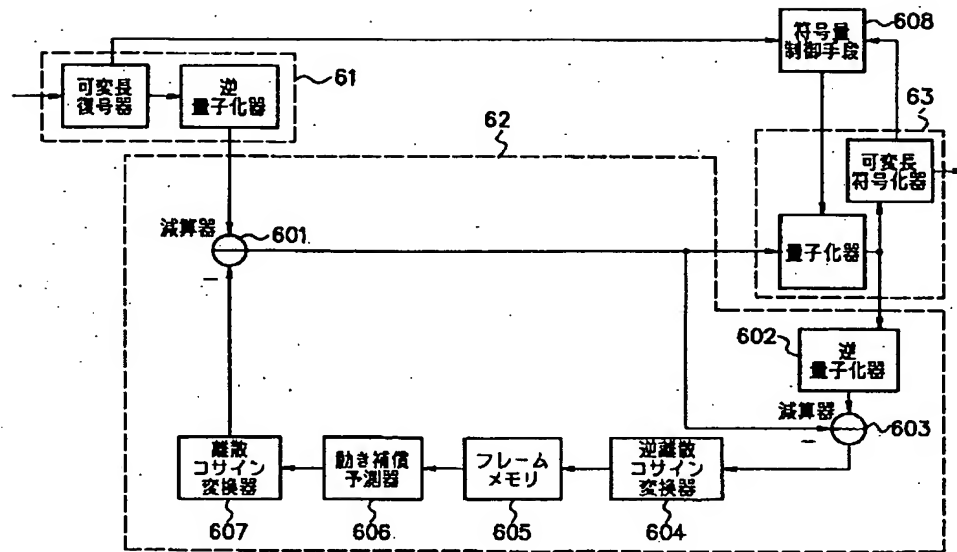
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C059 KK01 KK41 MA00 MA23 MC11
 NN01 NN21 PP04 SS11 SS12
 TA41 TA45 TA46 TA60 TA61
 TB04 TC18 TC37 TD01 TD11
 UA02 UA05 UA31 UA33
 5J064 AA00 AA02 BA13 BA16 BB01
 BB10 BC02 BC08 BC21 BC24
 BC25